

**PEMANFAATAN CAMPURAN KAPUR DAN ABU SABUT KELAPA  
SEBAGAI BAHAN STABILISASI TERHADAP KUAT GESER TANAH  
LEMPUNG KECAMATAN SUKODONO KABUPATEN SRAGEN**



**disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan  
Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**oleh:**

**NURUL INDAH DWI HANDAYANI**

**D 100 150 131**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2019**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PEMANFAATAN CAMPURAN KAPUR DAN ABU SABUT  
KELAPA SEBAGAI BAHAN STABILISASI TERHADAP KUAT  
GESER TANAH LEMPUNG KECAMATAN SUKODONO  
KABUPATEN SRAGEN**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**NURUL INDAH DWI HANDAYANI**

**D 100 150 131**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen  
Pembimbing



**Ir. Renaningsih, M.T.**

**NIK. 733**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PEMANFAATAN CAMPURAN KAPUR DAN ABU SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN STABILISASI TERHADAP KUAT GESER TANAH LEMPUNG KECAMATAN SUKODONO KABUPATEN SRAGEN

oleh:

**NURUL INDAH DWI HANDAYANI**  
**D 100 150 131**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada Hari 2019

#### Dewan Penguji:

- |                              |            |         |
|------------------------------|------------|---------|
| 1. Ir. Renaningsih, M.T.     | (NIK. 733) | (.....) |
| (Ketua Dewan Penguji)        |            |         |
| 2. Agus Susanto, S.T., M.T.  | (NIK. 787) | (.....) |
| (Anggota I Dewan Penguji)    |            |         |
| 3. Qunik Wiqoyah, S.T., M.T. | (NIK. 690) | (.....) |
| (Anggota II Dewan Penguji)   |            |         |

Dekan,

  
**Dr. Sri Sunarjono, M.T., PhD., IPM**  
**NIK. 682**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya berani mempertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, ..... 07 November ..... 2019

Penulis

NURUL INDAH DWI HANDAYANI

D 100 150 131

# PEMANFAATAN CAMPURAN KAPUR DAN ABU SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN STABILISASI TERHADAP KUAT GESER TANAH LEMPUNG KECAMATAN SUKODONO KABUPATEN SRAGEN

## Abstrak

Berdasarkan uji pendahuluan tanah Sukodono, didapatkan nilai  $LL = 64,85 \%$ ,  $PL = 30,84 \%$ ,  $SL = 22,34 \%$  dan  $PI = 36,00 \%$ . Berdasarkan nilai  $PI$   $36,00 \%$  (lebih dari  $17\%$ ) maka tanah termasuk tanah lempung dengan plastisitas tinggi sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah dengan menstabilisasi tanah secara mekanis menggunakan  $5\%$  kapur dan abu sabut kelapa sebesar  $2,5\%$ ,  $5\%$ ,  $7,5\%$  dan  $10\%$  terhadap berat tanah kering udara. Pengujian yang dilakukan meliputi sifat fisis dan sifat mekanis pada tanah asli dan tanah campuran. Berdasarkan hasil uji sifat fisis, nilai kadar air, batas cair, indeks plastisitas dan persentase lolos saringan No. 200 mengalami penurunan terhadap bertambahnya persentase penambahan kapur dan abu sabut kelapa, sedangkan beret jenis, batas plastisitas, dan batas susut mengalami kenaikan. Berdasarkan metode AASHTO, tanah asli dan tanah campuran kapur dan abu sabut kelapa termasuk ke dalam kelompok A-7-5 yang merupakan material tanah berlempung. Berdasarkan USCS, tanah asli termasuk ke dalam kelompok CH sedangkan tanah campuran kapur dan abu sabut kelapa masuk dalam kelompok MH yaitu tanah lanau organik dengan plastisitas tinggi. Berdasarkan uji mekanis pemadatan dan uji kuat geser tanah didapatkan nilai berat volume kering mengalami kenaikan dan nilai kadar air optimum mengalami penurunan, sedangkan uji kuat geser tanah didapatkan nilai kohesi dan sudut gesek dalam mengalami kenaikan. Nilai kohesi tertinggi pada tanah campuran  $5\%$  kapur dan  $10\%$  abu sabut kelapa yaitu  $0,569 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan nilai kohesi terendah terjadi pada tanah asli yaitu  $0,482 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai sudut gesek dalam tertinggi pada tanah campuran  $5\%$  kapur dan  $10\%$  abu sabut kelapa yaitu  $16,82^\circ$ , sedangkan nilai sudut gesek dalam terendah terjadi pada tanah asli yaitu  $10,50^\circ$ , sedangkan nilai kuat geser tanah mengalami kenaikan pada setiap penambahan kapur dan abu sabut kelapa. Nilai kuat geser tertinggi terjadi pada tanah campuran  $5\%$  kapur dan  $10\%$  abu sabut kelapa yaitu sebesar  $0,999 \text{ kg/cm}^2$  dan nilai kuat geser terendah terjadi pada tanah asli yaitu sebesar  $0,743 \text{ kg/cm}^2$ .

**Kata kunci** : Kuat Geser, Lempung, Kapur, Abu Sabut Kelapa, Kohesi, Sudut Gesek Dalam.

## Abstrack

Based on the preliminary test, there was an  $LL$  value of  $64.85\%$ ,  $PL = 30.84\%$ ,  $SL = 22.34\%$  and  $PI = 36.00\%$ . Based on the  $PI$  value of  $36.00\%$  (more than  $17\%$ ), the soil includes clay with high plasticity, so that soil improvement needs to be done by mechanically stabilizing the soil using  $5\%$  lime and coconut coir ash by  $2.5\%$ ,  $5\%$ ,  $7.5\%$  and  $10\%$  by weight of air dry soil. The tests include physical and mechanical properties of native and mixed soils. Based on the results of physical properties test, the value of water content, liquid limit, plasticity index and percentage pass filter No. 200 experienced a decrease in the increase in the percentage of lime and coconut coir ash, while beret type, plasticity limit, and shrinkage boundary increased. Based on the AASHTO method, native soil and a mixture of lime and coconut coir ash belong to group A-7-5 which is a clay soil material. Based on USCS, native soils are included in the CH group while mixed soils of lime and coconut husk ash are included in the MH group of organic silt soils with high plasticity. Based on the mechanical compaction test with soil shear strength test, the dry volume weight value has increased and the optimum moisture content has decreased, while the soil shear strength test has obtained cohesion and friction angle values in the increase. The highest cohesion value in mixed soil  $5\%$  lime and  $10\%$  coconut coir ash is  $0.569 \text{ kg / cm}^2$ , while the lowest cohesion value occurs in native soil is  $0.482 \text{ kg/cm}^2$  and the highest deep friction angle value in mixed soil is  $5\%$  lime and  $10\%$  ash coconut coir is  $16.82^\circ$ , while the lowest deep friction angle value occurs in native soil which is  $10.50^\circ$ , while the

value of soil shear strength increases with each addition of lime and coconut coir ash. The highest shear strength value occurs in a mixture of 5% lime and 10% coconut coir ash that is equal to 0.999 kg/cm<sup>2</sup> and the lowest value of shear strength occurs in adli soil is 0.743 kg/cm<sup>2</sup>.

Keywords : Shear Strength, Clay, Lime, Coconut Fiber Ash, Cohesion, Angle of friction.

## 1. PENDAHULUAN

Kondisi tanah yang terjadi di Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen kurang baik, banyak terjadi kerusakan konstruksi bangunan seperti dinding bangunan mengalami retak-retak, sedangkan pada ruas jalan mengalami kerusakan cukup parah seperti bergelombang, retak-retak dan berlubang. Usaha perbaikan telah dilakukan berulang kali tetapi masih sering mengalami kerusakan. Hal tersebut terjadi akibat tanah dasar tidak mampu mendukung beban beban di atasnya.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan, didapatkan nilai LL = 64,85 %, PL = 30,84 %, SL = 22,34 % dan PI = 36,00 %. Berdasarkan nilai PI 36,00 % (lebih dari 17%) maka tanah di Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen termasuk tanah lempung dengan plastisitas tinggi sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah dengan menstabilisasi tanah secara mekanis menggunakan kapur dan abu sabut kelapa sebagai bahan stabilisasinya untuk meningkatkan kuat dukung tanah dasar tersebut. Abu sabut kelapa yang digunakan merupakan hasil pembakaran di pabrik pengolah abu sabut kelapa di Dukuh Depel Desa Jeruksawit Kecamatan Gondangrejo Kabupaten Karanganyar.

Penggunaan kapur dan abu sabut kelapa sebagai perbaikan tanah lempung bisa lebih meningkatkan sifat-sifat fisis tanah dibandingkan dengan tanah aslinya. Tanah lempung mengalami perbaikan parameter kuat geser ketika diberi campuran kapur dan abu sabut kelapa dengan persentase yang telah digunakan. Untuk mencari nilai kuat geser tanah dapat dilihat dengan rumus  $\tau = c + \sigma \tan \phi$  dengan  $\tau$  = kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>),  $c$  = kohesi tanah,  $\phi$  = sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek intern,  $\sigma$  = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m<sup>2</sup>)

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dan Laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Sebelas Maret dimulai dari pengujian *Atterberg Limits*, berat jenis, kadar air, analisis saringan, uji pandatan, dan uji kuat geser. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi satu set peralatan uji berat jenis, satu set peralatan uji kadar air, satu set peralatan uji *Atterberg Limits*, satu set peralatan uji analisis saringan, dan satu set peralatan uji kuat geser tanah, sedangkan tahap-tahap penelitian diuraikan sebagai berikut.

Tahap awal dimulai dengan studi literatur, penyediaan bahan berupa sampel tanah yang diambil dari Desa Bendo, Kecamatan Sukodono, Kabupaten Sragen yang dilakukan pengeringan dan penyaringan lolos saringan Nomor 4, kapur dan abu sabut kelapa disaring dengan penyaringan lolos

saringan Nomor 30, dan persiapan alat pengujian. Setelah pengadaan alat dan bahan kemudian dilakukan pengujian sifat fisis tanah yang meliputi uji kadar air, berat jenis, *Atterberg Limits*, dan analisis ukuran butir tanah, sedangkan pada kapur dan abu sabut kelapa dilakukan uji sifat fisis berupa berat jenis.

Tahap kedua dilakukan pembuatan benda uji tanah asli dan tanah campuran dengan variasi 5% kapur dan abu sabut kelapa sebesar 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% terhadap berat total tanah kering udara yang selanjutnya dilakukan pemeraman selama 24 jam. Kemudian dilakukan uji panadatan tanah dengan pamadatan *Standard Proctor* untuk mendapatkan nilai kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) dan  $\gamma_{dmaks}$ .

Tahap ke tiga yaitu setelah diketahui nilai kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) dan  $\gamma_{dmaks}$  kemudian dilakukan pembuatan benda uji tanah asli dan tanah campuran dengan limbah beton dengan variasi 5% kapur dan abu sabut kelapa sebesar 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% terhadap berat total tanah kering udara dengan penambahan air sesuai dengan kadar air optimum. Kemudian dilakukan pemeraman selama 24 jam terhadap benda uji, selanjutnya dilakukan uji kuat geser menggunakan benda uji yang sudah diperam.

Tahap ke empat merupakan tahap analisis data dan pembahasan dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada tahap 2 dan tahap 3. Dari hasil analisis data maka dapat diambil kesimpulan dan saran jika dipalukan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Uji Kandungan Kimia

Berdasarkan penelitian sebelumnya berupa hasil uji kandungan unsur kimia tanah Desa Bendo Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen (Prasetyo, 2016), unsur kimia kapur (Wiqoyah, 2006), dan unsur kimia abu sabut kelapa (Febriyanto, 2014) seperti terlihat pada Tabel.

Tabel 1. Hasil uji unsur kimia tanah lempung Desa Bendo, Sukodono, Sragen (Prasetyo, 2016)

No.	Unsur Kimia	Hasil Pengujian (%)
1	$Al_2O_3$	16,86
2	$CaO$	0,92
3	$Fe_2O_3$	10,81
4	$MgO$	1,35
5	$SiO_2$	63,25

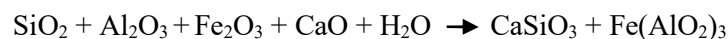
Tabel 2. Unsur Kimia Kapur (Wiqoyah, 2006)

No	Unsur Kimia	Hasil Pengukuran (%)
1	SiO <sub>2</sub>	0,00
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,33
4	CaO	68,07
5	MgO	0,29
6	Na <sub>2</sub> O	0,09
7	K <sub>2</sub> O	0,02
8	MnO	0,02
9	TiO <sub>2</sub>	0,07
10	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12
11	H <sub>2</sub> O	1,07
12	HD	28,91

Tabel 3. Unsur Kimia Abu Sabut Kelapa (Febriyanto,2014)

No.	Unsur Kimia	Hasil Pengujian (%)
1	SiO <sub>2</sub>	47,55
2	Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1,05
3	MgO	2,65
4	H <sub>2</sub> O	5,29

Hasil uji kandungan kimia, apabila abu sabut kelapa di reaksikan dengan tanah dan kapur maka akan menghasilkan reaksi kimia.



Menurut hasil rumus kimia diatas disimpulkan bahwa tanah bereaksi dengan kapur dan abu sabut kelapa, karena pada saat direaksikan menghasilkan senyawa baru. Reaksi kimia yang terjadi menghasilkan reaksi pozzolanik yang menyebabkan partikel tanah akan menggumpal dan terbentuk partikel tanah dengan ukuran yang lebih besar, serta adanya pengikatan air dalam waktu yang tepat.

### 3.2. Uji Fisis Tanah Asli

Hasil uji fisis pada tanah asli di dapatkan nilai kadar air sebesar 10,75%, *specific gravity* sebesar 2,749, batas cair (LL) sebesar 66,85%, batas plastis (PL) 30,84%, batas susut (SL) 22,34%, indeks plastisitas (PI) 36,00% dan lolos saringan No.200 sebesar 88%. Berdasarkan data yang diperoleh dari uji fisis, tanah asli Desa Bendo Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen termasuk jenis tanah lempung dengan sifat plastis tinggi karena memiliki nilai  $PI > 17\%$ . Menurut klasifikasi AASHTO tanah tersebut termasuk dalam spesifikasi A-7-5 dengan tipe material tanah berlempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar sedang sampai buruk. Sedangkan berdasarkan system klasifikasi USCS, dimana tanah yang lolos saringan No.200  $> 50\%$  yang dapat dilihat pada grafik sistem klasifikasi tanah USCS dimana nilai dari PI berada diatas A-Line , sehingga tanah termasuk dalam spesifikasi CH.



Tabel 4 Hasil pengujian sifat fisis tanah asli

No.	Pengujian		Nilai
1	Kadar Air		10,75%
2	<i>Spesific Gravity</i>		2,749
3	Batas Cair		66,85%
4	Batas Plastis		30,84%
5	Batas Susut		22,34%
6	Indeks Plastis		36,00%
7	Lolos Saringan No. 200		88%
8	Kelompok Indeks (GI)		36
9	Klasifikasi Tanah	AASHTO	A-7-5
		USCS	CH

### 3.3. Uji Fisis Tanah Campuran Kapur dan Abu Sabut Kelapa

#### 3.3.1. Uji Kadar Air

Pengujian kadar air tanah asli didapatkan nilai sebesar 10,75%. Nilai kadar air pada penambahan 5% kapur sebesar 10,30% dan kadar air pada penambahan 5% kapur ditambah 2,5% abu sabut kelapa sebesar 10,19%. Semakin tinggi persentase penambahan abu sabut kelapa dihasilkan nilai kadar air yang semakin menurun. Pada penambahan persentase 10% dihasilkan nilai kadar air yang terkecil yaitu sebesar 9,83%. Semakin tinggi persentase abu sabut kelapa maka nilai kadar air yang dihasilkan semakin kecil. Hal tersebut kemungkinan sifat yang dimiliki kapur dan abu sabut kelapa yaitu dapat menyerap air sehingga kadar air mengalami penurunan.

Tabel 5. Hasil pengujian kadar air tanah campuran

No	Keterangan	Kadar Air
1	Tanah Asli	10,75
2	Tanah Asli + Kapur 5%	10,30
3	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu Sabut Kelapa 2,5%	10,19
4	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu Sabut Kelapa 5%	10,12
5	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu Sabut Kelapa 7,5%	9,98
6	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu Sabut Kelapa 10%	9,83

#### 3.3.2. Uji berat jenis (*Specific Gravity*)

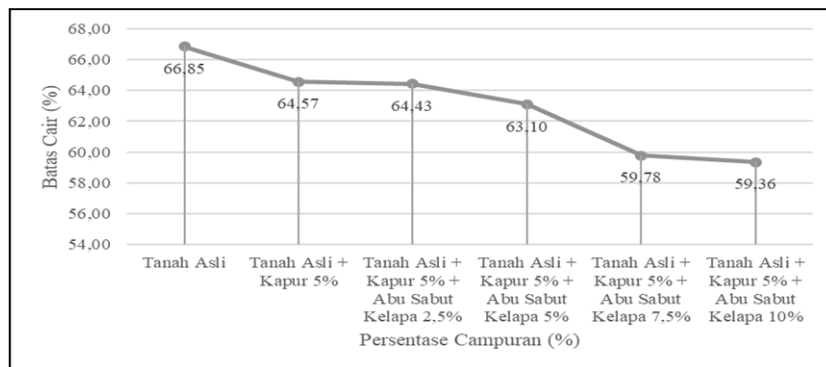
Hasil uji *specific gravity* pada tanah asli didapat nilai sebesar 2,749, dengan persentase penambahan kapur dan abu sabut kelapa yang semakin besar dihasilkan nilai *specific gravity* yang semakin kecil. Pada pengujian *specific gravity* dengan penambahan 2,5% kapur ditambah 2,5% abu sabut kelapa didapatkan nilai sebesar 2,732. Semakin tinggi persentase penambahan abu sabut kelapa dihasilkan nilai *specific gravity* yang semakin kecil. Hal ini dikarenakan nilai *specific gravity* tanah asli sebesar 2,749 lebih besar dibandingkan dengan *specific gravity* abu sabut kelapa yaitu sebesar 0,789 sehingga terjadi penurunan pada nilai *specific gravity*.

Tabel 6. Hasil pengujian berat jenis tanah campuran

No	Keterangan	Berat Jenis
1	Tanah Asli	2,749
2	Tanah Asli + Kapur 5%	2,744
3	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu Sabut Kelapa 2,5%	2,732
4	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu Sabut Kelapa 5%	2,713
5	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu Sabut Kelapa 7,5%	2,668
6	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu Sabut Kelapa 10%	2,610

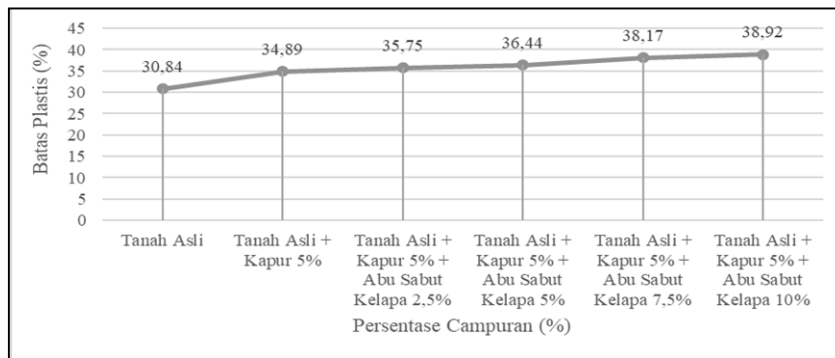
### 3.3.3. Uji Batas-Batas *Atterberg*

Hasil pengujian batas cair pada tanah asli didapat nilai sebesar 66,85%, pada tanah dengan penambahan 5% kapur ditambah 2,5% abu sabut kelapa sebesar 64,43%, kemudian pada penambahan 5% 7,5% dan 10% juga semakin menurun. Nilai batas cair (LL) mengalami penurunan seiring dengan persentase penambahan abu sabut kelapa. Turunnya nilai batas cair dikarenakan kapur dan abu sabut kelapa yang bereaksi dengan butiran tanah yang menyebabkan butiran tanah semakin besar sehingga kohesinya menurun.



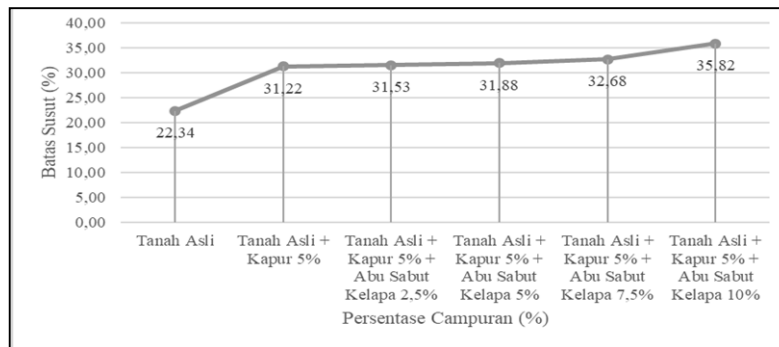
Gambar 1. Grafik Hubungan antara Batas Cair dengan Persentase Campuran Kapur dan Abu Sabut Kelapa

Hasil pengujian batas plastis pada tanah asli didapatkan nilai sebesar 36,00%. Nilai batas plastis tanah disetiap persentase penambahan kapur dan abu sabut kelapa mengalami kenaikan seiring dengan presentase abu sabut kelapa. Kenaikan nilai batas plastis dikarenakan kapur dan abu sabut kelapa yang bereaksi dengan tanah menyebabkan butiran tanah menjadi besar dan menyebabkan ikatan antar butiran tanah tidak mudah lepas sehingga dihasilkan nilai batas plastis yang semakin meningkat.



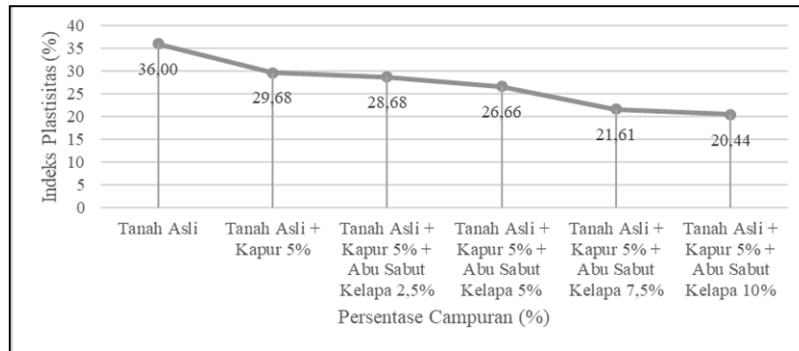
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Batas Plastis dengan Persentase Campuran Kapur dan Abu Sabut Kelapa

Uji batas susut (SL) pada tanah dengan persentase penambahan kapur 5% dan abu sabut kelapa sebesar 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Nilai batas susut tanah asli adalah sebesar 22,34%, mengalami kenaikan seiring dengan persentase penambahan kapur dan abu sabut kelapa. Kenaikan terbesar terjadi pada persentase penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa dengan nilai batas susut sebesar 35,82%. Nilai batas susut yang mengalami kenaikan dikarenakan adanya proses sementasi dan butiran tanah yang membesar sehingga tidak banyak merubah volume tanah.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Batas Susut dengan Persentase Campuran Kapur dan Abu Sabut Kelapa

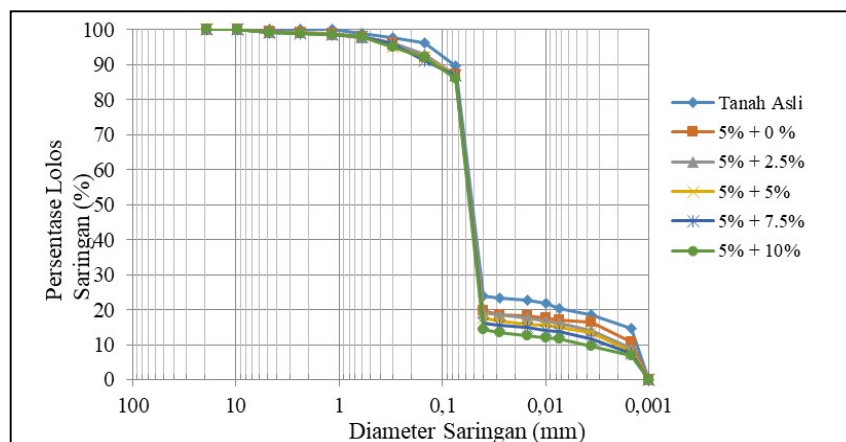
Nilai PI diperoleh dari selisih antara *Liquid Limit* (LL) dengan *Plastis Limit* (PL) pada pengujian batas-batas *Atterberg*. Nilai LL dan PL berpengaruh terhadap besar kecilnya nilainya PI. Penambahan persentase kapur dan abu sabut kelapa menyebabkan nilai LL yang mengalami penurunan dan PL yang mengalami kenaikan. Nilai PI pada tanah asli sebesar 30,84%, seiring dengan penambahan kapur dan abu sabut kelapa dihasilkan nilai PI yang semakin menurun. Penurunan terbesar terjadi pada penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa dengan nilai PI sebesar 20,44%, sehingga dapat disimpulkan tanah tersebut termasuk jenis tanah lempung kohesif dengan plastisitas tinggi karena memiliki nilai  $PI > 17$ .



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Indeks Plastisitas dengan persentase campuran

### 3.3.4. Analisa Ukuran Butiran

Penambahan persentase kapur dan sabut kelapa menyebabkan komposisi persen lolos saringan mengalami penurunan. Pada tanah asli butiran tanah yang lolos saringan No.200 adalah sebesar 88%. Butiran tanah lolos saringan No.200 mengalami penurunan seiring dengan penambahan kapur dan abu sabut kelapa. Nilai terkecil butiran tanah lolos saringan No.200 diperoleh yaitu sebesar 84% pada penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa. Semakin besar penambahan kapur dan abu sabut kelapa menghasilkan gradasi butiran tanah yang semakin besar, hal tersebut kemungkinan disebabkan pengaruh penambahan kapur dan abu sabut kelapa sehingga tanah mengalami penggumpalan.



Gambar 5. Grafik Hubungan antara Diameter Butiran Tanah dengan Persentase Lolos saringan

Berdasarkan metode AASHTO, tanah asli dan tanah campuran kapur dan abu sabut kelapa termasuk ke dalam kelompok A-7-5 yang merupakan material tanah berlempung. Berdasarkan sistem klasifikasi USCS tanah asli termasuk dalam klasifikasi CH (*Fat Clay*) dikarenakan butiran tanah yang lolos saringan No.200 lebih besar dari 50%, nilai batis cair yang lebih dari 50%, kemudian nilai batas cair dan PI berada di atas A-Line. Sedangkan pada tanah campuran kapur dan abu sabut kelapa termasuk ke dalam klasifikasi MH, pada tanah campuran 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa yang memiliki nilai LL kering oven sebesar 53,49% dan LL kering udara sebesar 59,36% dan didapat nilai

LLR sebesar  $0,901 > 0,75$ , sehingga masuk ke dalam kelompok MH (lanau tak organik atau lanau elastis).

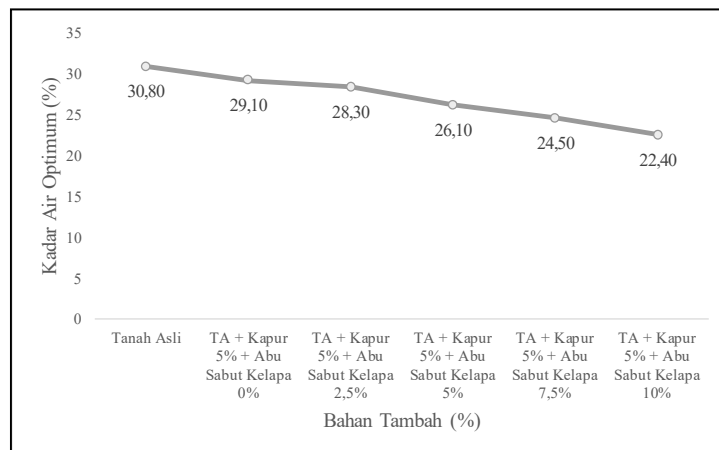
Tabel 7. Tabel klasifikasi tanah menurut AASHTO dan USCS

Jenis Pengujian	Persentase Penambahan 5 % Kapur dan Abu Sabut Kelapa					
	Tanah Asli	5 %	5 % + 2.5 %	5 % + 5 %	5 % + 7.5 %	5 % + 10 %
Batas Cair Kering Udara (%)	66,85	64,57	64,43	63,10	59,78	59,36
Batas Cair Kering Oven (%)	62,85	61,70	61,16	59,46	58,04	53,49
Batas Plastis (%)	30,84	34,89	35,75	36,44	38,17	38,92
Batas Susut (%)	22,34	31,22	31,53	31,88	32,68	35,82
Indeks Plastisitas (%)	36,00	29,68	28,68	26,66	21,61	20,44
Lolos No. 200	88	87	87	86	85	84
Group Index (GI)	36,70	30,95	30,20	27,92	23,07	21,75
Liquid Limit Ratio (LLR)	0,940	0,956	0,949	0,942	0,971	0,901
Klasifikasi Tanah	USCS	CH	MH	MH	MH	MH
	AASHTO	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5

### 3.4. Uji Sifat Mekanis

#### 3.4.1. Uji Pemadatan (*Standard Proctor*)

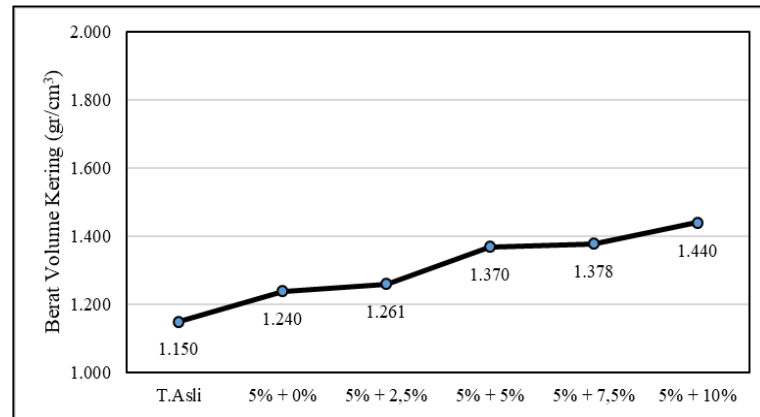
Pengujian *Standard Proctor* pada tanah asli didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 30,80%, sedangkan pada tanah dengan kapur dan abu sabut kelapa semakin tinggi persentase penambahan kapur dan abu sabut kelapa didapatkan nilai kadar air optimum yang mengalami penurunan. Nilai kadar air optimum terkecil terjadi pada penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa dengan nilai  $w_{opt}$  sebesar 22,4%. Menurunnya nilai kadar air optimum kemungkinan sifat yang dimiliki kapur dan abu sabut kelapa yaitu dapat mengikat air dalam waktu yang cepat.



Gambar 6. Grafik Hubungan kadar Air Optimum dengan Persentase Campuran kapur dan abu sabut kelapa

Dari pengujian *Standard Proctor* pada tanah asli didapatkan nilai berat volume kering tanah sebesar  $1,150 \text{ gr/cm}^3$ . Sedangkan pada tanah dengan penambahan kapur dan abu sabut kelapa semakin besar penambahan didapatkan nilai berat volume kering tanah yang mengalami kenaikan. Nilai berat volume kering terbesar dengan nilai  $\gamma_{dmax}$  sebesar  $1,440 \text{ gr/cm}^3$  diperoleh pada penambahan kapur 5% + 10% Abu sabut kelapa. Kenaikan nilai berat volume kering tanah ini disebabkan oleh ukuran

butiran tanah yang semakin besar akibat penambahan kapur dan abu sabut kelapa, sehingga semakin besar penambahan kapur dan abu sabut kelapa maka berat volume kering tanah semakin besar.

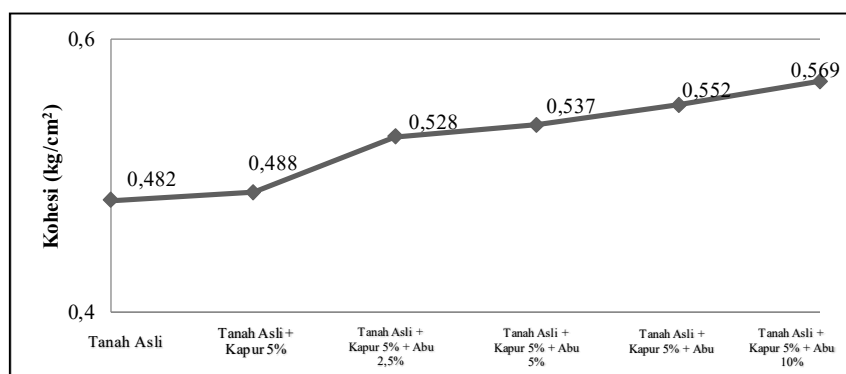


Gambar 7. Grafik Hubungan Berat Volume Kering dengan Persentase Campuran kapur dan abu sabut kelapa

### 3.4.2. Uji Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

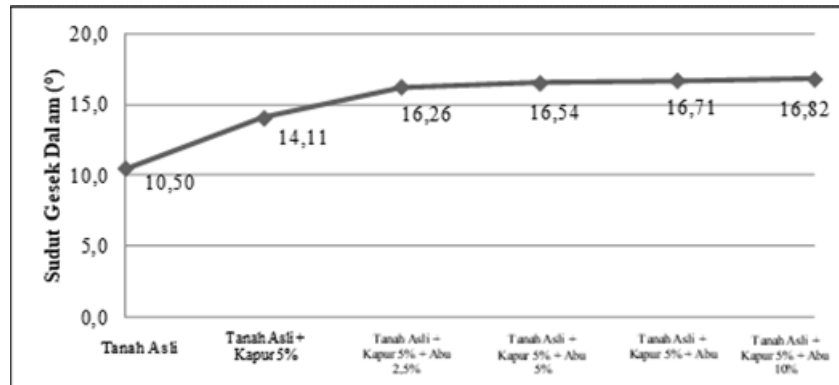
Pengujian kuat geser langsung (DST) dilakukan pada sampel tanah asli dan tanah dengan persentase penambahan 5% kapur dan abu sabut kelapa sebesar 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai parameter kuat geser yaitu nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ).

Nilai kohesi tanah asli sebesar  $0,482 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan pada tanah dengan penambahan kapur dan abu sabut kelapa semakin besar didapatkan nilai kohesi yang semakin besar. Nilai kohesi terbesar terjadi pada penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa dengan nilai kohesi sebesar  $0,569 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai kohesi yang semakin tinggi ini disebabkan kohesi semu yaitu kohesi yang tidak sesungguhnya. Kohesi semu tersebut akan hilang apabila tanah tersebut benar-benar kering atau benar-benar jenuh.



Gambar 8. Grafik Hubungan antara Kohesi dengan Persentase Campuran kapur dan abu sabut kelapa

Nilai sudut gesek dalam pada tanah asli sebesar  $10,50^{\circ}$ . Sedangkan pada penambahan kapur dan abu sabut kelapa didapatkan nilai sudut gesek dalam yang semakin tinggi. Nilai sudut gesek tertinggi diperoleh pada tanah campuran dengan penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa yaitu sebesar  $16,82^{\circ}$ . Kenaikan nilai sudut gesek dalam pada penambahan kapur dan abu sabut kelapa yang semakin besar disebabkan butiran tanah yang membesar sehingga memperbesar kontak antar butiran tanah.



Gambar 9. Grafik Hubungan Sudut Gesek Dalam dengan Persentase Campuran kapur dan abu sabut kelapa

Setelah nilai kohesi dan sudut gesek diperoleh dari pengujian DST, maka selanjutnya dapat dilakukan perhitungan tegangan normal dan tegangan geser.

Tabel 5. Hasil uji tegangan normal dan tegangan geser tanah asli dan tanah dengan penambahan kapur dan abu sabut kelapa.

No	Nama Sampel	Tegangan Normal	Tegangan Geser
		( $\sigma$ )	( $\tau$ )
		(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
1	Tanah Asli	1,56	0,743
2	Tanah Asli + Kapur 5%	1,56	0,848
3	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu 2,5%	1,56	0,941
4	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu 5%	1,56	0,958
5	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu 7,5%	1,56	0,975
6	Tanah Asli + Kapur 5% + Abu 10%	1,56	0,999

Nilai tegangan normal diperoleh 1,55 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai tegangan geser pada tanah asli adalah sebesar 0,743 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai tegangan geser mengalami kenaikan seiring dengan penambahan persentase kapur dan abu sabut kelapa. Nilai tegangan geser terbesar diperoleh pada tanah dengan penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa yaitu sebesar 0,999 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai tegangan geser yang semakin besar disebabkan oleh semakin besarnya nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ) seiring dengan persentase penambahan kapur dan abu sabut kelapa.

#### 4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian serta analisis data percobaan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Tanah asli memiliki nilai kadar air ( $w$ ) sebesar 10,75%, nilai berat jenis ( $G_s$ ) sebesar 2,749, nilai batas cair ( $LL$ ) sebesar 66,85%, batas plastis ( $PL$ ) sebesar 30,84%, batas susut ( $SL$ ) 22,34% dan nilai indeks plastisitas ( $PI$ ) sebesar 36,00%. Sehingga dapat disimpulkan tanah asli di Desa Bendo Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen menurut sistem klasifikasi AASHTO termasuk dalam golongan A-7-5 merupakan material tanah berlempung dengan penilaian tanah dasar sedang sampai buruk. Sedangkan menurut sistem klasifikasi USCS, tanah asli termasuk dalam golongan CH yaitu termasuk dalam tanah lempung tak organik dengan plastisitas tinggi dan lempung gemuk.
- 2) Tanah dengan persentase penambahan kapur sebesar 5% dan abu sabut kelapa sebesar 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% memiliki nilai kadar air ( $w$ ), berat jenis ( $G_s$ ) dan nilai batas cair ( $LL$ ) yang semakin menurun, adapun penurunan terbesar terjadi pada penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa. Sedangkan nilai batas plastis ( $PL$ ) dan batas susut ( $SL$ ) mengalami kenaikan, dimana kenaikan terbesar terjadi pada penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa. Nilai indeks plastisitas ( $PI$ ) yang semakin menurun menunjukkan bahwa penambahan kapur dan abu sabut kelapa sebagai bahan stabilisasi tanah dapat memperbaiki sifat fisis tanah. Berdasarkan, sistem klasifikasi AASHTO, tanah dengan penambahan 5% kapur dan 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% abu sabut kelapa termasuk dalam golongan A-7-5. Adapun menurut klasifikasi USCS tanah dengan penambahan 5% kapur dan 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% abu sabut kelapa golongan MH yaitu tanah lanau aorganik dengan plastisitas tinggi.
- 3) Tanah dengan penambahan 5% kapur dan 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% abu sabut kelapa memiliki nilai berat volume kering maksimum ( $\gamma_{dmax}$ ) yang semakin naik disebabkan oleh ukuran butiran tanah yang semakin besar akibat penambahan kapur dan abu sabut kelapa, sedangkan nilai kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) yang semakin menurun seiring dengan persentase penambahan kapur dan abu sabut kelapa dikarenakan sifat yang dimiliki kapur dan abu sabut kelapa yaitu dapat mengikat air dalam waktu yang cepat.
- 4) Pada uji kuat geser tanah memiliki nilai kohesi ( $c$ ) yang semakin besar, dimana kenaikan terbesar terjadi pada penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa. Begitu juga dengan nilai sudut gesek ( $\phi$ ) dalam yang mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kapur dan abu sabut kelapa. Nilai tegangan normal ( $\sigma$ ) pada tanah asli dan tanah dengan penambahan kapur dan abu sabut kelapa adalah sebesar 1,56 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai tegangan geser ( $\tau$ ) mengalami kenaikan seiring dengan penambahan kapur dan abu sabut kelapa, nilai tegangan geser ( $\tau$ ) terbesar terjadi pada penambahan 5% kapur dan 10% abu sabut kelapa yaitu sebesar 0,999 kg/cm<sup>2</sup>. Kenaikan nilai kuat geser tanah seiring dengan penambahan kapur dan abu sabut kelapa menunjukkan



bahwa penambahan abu sabut kelapa sebagai bahan stabilisasi tanah dapat memperbaiki sifat mekanis tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, M. 2016. Tinjauan Kuat Geser Tanah Lempung Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen yang distabilisasi dengan bubuk arang kayu (Studi Kasus Tanah Lempung Sukodono, Sragen). Surakarta (ID): Teknik Sipil Fakultas Teknik UMS.
- Fatah I.H., & Gd, D.(n.d.). Stabilisasi dengan Penambaha Abu Sabut Kelapa Untuk Meningkatkan daya Dukung, 1-9.
- Febriyanto, Husein, 2014. Pembuatan Batako dengan Bahan Tambah Serat Kelapa Sebagai Alternatif, Tugas S1, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Arifin, B. 2008. Pengaruh Abu Sabut Kelapa Terhadap Koefisien Konsolidasi Tanah Lempung.
- Chairullah, B. 2011. Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Untuk Material. Banda Aceh (ID): Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Syaiah Kuala
- Delsiyanti, Widjajanto, D., & Rajamuddin, U. A. 2016. Sifat Fisik Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan di Desa Oloboju Kabupaten Sigi. Teknik Sipil Fakultas Teknik.
- Haras, Melisa. Turangan A.E. Legrans, R. R. .2017. Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung. Teknik Sipil Fakultas Teknik
- Hermawan, M. I., Afriani, L., & Iswan. 2015. Korelasi Kuat Tekan Bebas dengan Kuat Geser Langsung pada Tanah Lempung yang dicampur dengan Zeolit. Teknik Sipil Fakultas Teknik.
- Idharmahadi Adha. (n.d.). Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Metoda Stabilisasi Tanah Semen. Teknik Sipil Fakultas Teknik
- Kholis, N., Setyowati, A., Gunarti, S., & Sylviana, R. 2018. Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen dan Renolith Clay Soil Stabilization Using Cement and Renolith. Bekasi (ID): Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam 45 Bekasi.
- Lastiko, L. J., & DKK. 2017. Stabilitas Tanah Menggunakan Serat Sabut Kelapa Melalui Uji Geser Langsung (Direct Shear Test). Yogyakarta (ID): Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa.
- Malikhi, I. 2016. Studi perbandingan kuat geser tanah lempung lunak yang distabilisasi dengan kolom kapur dan kolom campuran pasir kapur. Surakarta (ID): Teknik Sipil Fakultas Teknik UMS.
- Meisy, I. K. A., & Rahmawati. 2015. Pengaruh Kadar Air Terhadap Kuat Geser Tanah Ekspansif Bojonegoro dengan Stabilisasi menggunakan 15% Fly Ash dengan metode deep soil mix. Malang (ID): Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Nugroho, S. A., Putra, A. I., & Ermina, R. 2012. Korelasi Parameter Kuat Geser Tanah Hasil Pengujian Triaksial Dan Unconfined Compression Strength (Ucs). Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Pedan, K., Yang, K. K., & Risvi, C. B. 2018. Kuat geser tanah lempung desa troketon, kecamatan pedan, kabupaten klaten yang distabilisasi dengan tras dan gypsum. Teknik Sipil Fakultas Teknik UMS.
- Pirmadona, S., Muhardi, & Kurniawandy, A. 2015. Stabilitas tanah plastisitas rendah dengan semen. Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Abdurrohmanasyah., Adha, Idharmahadi., Ali, Hadi. 2015. Studi Kuat Tekan Batu Bata Menggunakan Bahan Additive (Abu Sekam Padi, Abu Ampas Tebu dan Fly Ash) Berdasarkan Spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI). JRSDD, Edisi September 2015, Vol. 3, No. 3, Hal:541 – 552